

## ارزیابی شاخص های رشد، کارایی جذب و مصرف نور ارقام ذرت (*Zea mays* L.) در رژیم های مختلف آبیاری در منطقه کرمانشاه

### Evaluation of the Growth Indices, Radiation Absorption and Use Efficiency of Maize (*Zea mays* L.) Cultivars under differential Irrigation Regimes in Kermanshah Region

پریسا کرمی<sup>۱</sup>، فرزاد مندنی<sup>۲\*</sup>، روژین قبادی<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد آگروکولوژی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.
۲. دانشیار اکولوژی گیاهان زارعی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران. (نگارنده مسئول)
۳. فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانش آموخته گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۳/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۱۷ - شناسانه برنمود رقمی: 10.22092/aj.2021.342798.1471

#### چکیده

کرمی، پ.، مندنی، ف.، قبادی، ر.، ارزیابی شاخص های رشد، کارایی جذب و مصرف نور ارقام ذرت (*Zea mays* L.) در رژیم های مختلف آبیاری در منطقه کرمانشاه  
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۴ - شماره ۱- پیاپی ۱۳۰ بهار ۱۴۰۰ صفحه: ۳۸-۱۷

به منظور بررسی اثر تیمارهای مختلف آبیاری بر شاخص های رشد، جذب و کارایی مصرف نور ذرت، آزمایشی به صورت کرت های یکبار خرد شده بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ اجرا شد. نیاز آبی در سه سطح شامل بیش آبیاری، آبیاری مطلوب و کم آبیاری در پلات اصلی و ارقام ذرت در سه سطح (Simon، KSC704 و BC678) در پلات های فرعی به صورت تصادفی ارزیابی شدند. برای محاسبه شاخص های رشد و جذب و کارایی مصرف نور، طی مراحل مختلف نمو، سطح برگ و وزن خشک بوته ها اندازه گیری شدند. نتایج نشان داد که جذب نور (به ترتیب، ۱۲۱۳ و ۱۲۱۸ مگاژول در متر مربع)، کارایی مصرف نور (به ترتیب، ۰۹/۱ و ۰۸/۱ گرم بر مگاژول) و تولید ماده خشک (به ترتیب، ۱۴۸۲۰ و ۱۵۱۰ کیلوگرم در هکتار) ارقام KSC704 و Simon در واکنش به سطوح آبیاری نسبتاً مشابه و بیشتر از رقم BC678 (به ترتیب، ۱۱۸۷ مگاژول در متر مربع، ۹۹/۰ گرم بر مگاژول و ۱۳۱۲۰ کیلوگرم در هکتار) بود. از نظر عملکرد دانه، رقم Simon بر ارقام دیگر برتری معنی دار در سطح احتمال یک درصد داشت. بطور کلی نتایج نشان دهنده واکنش مثبت ویژگی های مورد ارزیابی به تیمار بیش آبیاری بود که ممکن است به این علت باشد که استفاده از معادله پنمن-مونتیت فائو روش مناسبی برای تعیین نیاز آبی گیاه در منطقه مورد بررسی نباشد. از این رو پیشنهاد میشود در صورت تکرار نتایج این تحقیق جهت تعیین نیاز آبی گیاه از روشهای جایگزین در کنار روش پنمن-مونتیت فائو استفاده گردد.

واژه های کلیدی: واژه های کلیدی: دوام سطح برگ، سرعت رشد محصول، کم آبیاری، وزن خشک کل

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: f.mondani@razi.ac.ir

## مقدمه

تولیدات گیاهی با مقدار تشعشع جذب شده در شرایطی عدم تنش آب، مواد غذایی و آفات و بیماری‌ها، رابطه خطی دارند (Tohidi *et al.*, 2012). علاوه بر جذب نور، کارایی مصرف نور<sup>۱</sup> دیگر مؤلفه تأثیرگذار بر تولید ماده خشک است. علی‌رغم آن که در ابتدا تصور می‌شد که کارایی مصرف نور ضریب ثابتی است و مقدار آن برای گیاهان مختلف در حدود ۱/۴ گرم بر مگاژول نور خورشیدی جذب شده است (Monteith, 1997) اما بعداً سایر محققان این ضریب را برای گونه‌های مختلف بسته به تغییرات پیرامون گیاهان متغیر اعلام کردند (Earl & Davis, 2003; Ahmadvand *et al.*, 2017; Mondani *et al.*, 2019).

اولین شرط لازم برای دستیابی به تولید بالا تأمین شرایط مطلوب جهت استفاده از نور به منظور تولید مواد فتوسنتزی در بالاترین حد کارایی آن است (Beheshti *et al.*, 2004). جذب نور و کارایی مصرف آن تحت تأثیر شرایط محیطی، ژنوتیپ و مدیریت زراعی قرار می‌گیرد. کاشت ارقام کارآمد گیاهان زراعی در بهره‌برداری از منابع، به ویژه نور یکی از مهم‌ترین راه‌کارها برای دستیابی به تولید بالا است (Ahmadi *et al.*, 2018a). در مطالعه‌ای گزارش شد که تفاوت در تولید ماده خشک ارقام ذرت کاشته شده در کشور فرانسه به علت اختلاف آن‌ها از نظر دریافت نور و کارایی استفاده از نور دریافتی بود (Lecoeur & Ney, 2003). علاوه بر ویژگی‌های ژنتیکی ارقام،

<sup>۱</sup> Radiation use efficiency (RUE)

مدیریت‌های زراعی از جمله رژیم آبیاری، صفاتی نظیر ساختار کانوپی، الگوی انتشار نور درون کانوپی، کارایی مصرف نور و در نهایت تولید ماده خشک را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد (Mondani *et al.*, 2019; Ahmadi *et al.*, 2018a). کمبود آب تولید ماده خشک گیاهان را به علت کاهش جذب نور ناشی از کاهش وزن خشک برگ، پژمردگی، لوله‌ای شدن پهنک، پیری زودرس برگ‌ها و کاهش کارایی تبدیل نور جذب شده به ماده خشک محدود می‌کند (Earl & Davis, 2003). در یک تحقیق تنش ملایم و شدید کم آبی جذب نور را به ترتیب ۲۲ و ۵۷ درصد و کارایی مصرف نور را به ترتیب ۷۶ و ۴۳ درصد نسبت به شرایط آبیاری مطلوب کاهش داد (Ghobadi *et al.*, 2006). اثر تنش کمبود رطوبت بر کارایی مصرف نور ارزن و گندم نیز به اثبات رسیده است (Li *et al.*, 2011; Hajinia & Ahmadvand, 2017). همبستگی بالا بین مقدار کارایی مصرف نور با آب مصرفی در مزارع سورگوم نیز گزارش شده است، به گونه‌ای که کارایی مصرف نور در شرایط تأمین ۱۲۵، ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی به ترتیب ۳/۴، ۳/۱، ۲/۷ و ۲/۲ گرم بر مگاژول تشعشع فعال فتوسنتزی به دست آمد (Rinaldi & Garfalo, 2011).

تأثیر جذب نور و کارایی مصرف نور بر تولید را می‌توان با استفاده از شاخص‌هایی نظیر سرعت رشد محصول<sup>۲</sup> و سرعت رشد نسبی<sup>۳</sup> بررسی کرد (Lak *et al.*, 2010). از طرفی، میزان جذب نور

<sup>۲</sup> Crop growth rate (CGR)

<sup>۳</sup> Relative growth ratio (RGR)

مصرف نور و عملکرد برخی از ارقام رایج ذرت تحت شرایط اقلیمی شهرستان کرمانشاه اجرا شد.

### مواد و روش‌ها

این تحقیق طی سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی واقع در شرق شهرستان کرمانشاه (عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۱۹ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۳۱۹ متر از سطح دریا) به صورت کرت‌های یک بار خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. رژیم آبیاری در سه سطح: بیش آبیاری (تأمین ۱۳۰ درصد نیاز آبی، معادل ۱۰۶۲ میلی‌متر،  $IR_{130\%}$ )، آبیاری کامل (تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی، معادل ۸۰۲ میلی‌متر،  $IR_{100\%}$ ) و کم آبیاری (تأمین ۷۰ درصد نیاز آبی، معادل ۶۲۲ میلی‌متر،  $IR_{70\%}$ ) در کرت‌های اصلی و سه رقم ذرت (Simon، KSC704 و BC678) در کرت‌های فرعی به صورت تصادفی ارزیابی شدند. مشخصات ارقام مورد بررسی در جدول ۱ نشان داده شده است. بذور واریته‌های مورد بررسی از بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه تهیه گردید.

بر اساس طبقه‌بندی دومارتن، اقلیم منطقه سرد و نیمه خشک است. خصوصیات آب و هوایی محل آزمایش در طول دوره رشد گیاه ذرت در جدول ۲ ارائه شده است.

به منظور آماده‌سازی زمین، شخم پاییزه و دیسک بهاره انجام شد. بر اساس نتایج آزمون

توسط کانوپی به نوبه خود از برخی شاخص‌های رشد نظیر شاخص سطح برگ<sup>۴</sup> و دوام سطح برگ<sup>۵</sup> متأثر می‌شود (Nassiri-Mahallati *et al.*, 2015). دوام سطح برگ نشان دهنده مدت زمان سبز ماندن برگ‌های گیاه است و مقدار نور دریافت شده در طول دوره رشد را منعکس می‌کند. این شاخص به طول دوره رشد و میزان سطح برگ در طول دوره رشد گیاه وابسته است (Tandale & Ubale, 2007).

در آزمایشی تنش ملایم و تنش شدید کم آبی در مقایسه با آبیاری مطلوب، حداکثر شاخص سطح برگ در زمان ورود به فاز زایشی را به ترتیب به میزان ۱۵/۱ و ۳۷/۹ درصد کاهش داد (Ge *et al.*, 2012). گزارش شده است که سرعت رشد ذرت در مرحله ده برگی افزایش می‌یابد و کمبود آب در این مدت باعث کاهش اندازه برگ‌ها می‌شود (Ritchie *et al.*, 1992). در مطالعه ای دیگر تنش ملایم و شدید کم آبی، شاخص و دوام سطح برگ، سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی، سرعت جذب و تحلیل خالص و تجمع ماده خشک ارقام لوبیا را به شدت کاهش داد (Karimzadeh *et al.*, 2018). اما شدت واکنش ارقام مورد بررسی به کم آبی متفاوت بود. آگاهی از نقش مدیریت‌های مختلف زراعی در بهره‌برداری بهینه از عوامل محیطی هم‌چون نور به منظور بهبود توانایی کانوپی برای استفاده از این عوامل اهمیت فراوانی دارد. بنابراین این تحقیق با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر جذب، کارایی

<sup>۴</sup>Leaf area index (LAI)

<sup>۵</sup>Leaf area duration (LAD)

جدول ۱- مشخصات ارقام ذرت مورد بررسی

Table 1. Specifications of the investigated corn cultivars (Ahmadi *et al.*, 2018b)

منشاء	وزن هزار دانه	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک	دسته بندی رسیدگی	رقم
Source	Weight of 1000-grain (g)	Maturity day (day)	Maturity Category	Cultivar
America	350	125-135	Late maturity	KSC704
Spain	340-360	120-125	Medium maturity	Simon
Croatia	340-370	110-120	Medium maturity	BC678

جدول ۲- شرایط آب و هوایی محل مطالعه در طول دوره رشد ذرت، سال ۱۳۹۷

Table 2. Weather conditions of the study area during maize growth season in 2018

ماه	میانگین درجه حرارت ماهانه			نور تجمعی خورشید Accumulated solar radiation (MJ.m <sup>-2</sup> )	بارندگی Precipitation (mm)
	حداقل (min.)	حداکثر (max.)	متوسط (avg.)		
اردیبهشت May	9.03	21.44	15.02	457.50	168.03
خرداد June	12.55	31.70	22.97	589.16	6.11
تیر July	17.82	39.59	30.07	613.79	0
مرداد August	17.99	40.48	30.25	559.54	0
شهریور September	14.58	36.64	26.22	489.56	0.21

Reference: www.kermanshahmet.ir

دستی در عمق پنج سانتی متری روی پشته انجام شد. در هر کپه سه عدد بذر ضدعفونی شده با قارچ کش کاربوکسین تیرام دو در هزار قرار داده شد و در مرحله چهار برگی به منظور رسیدن به تراکم مطلوب، بوته های اضافی تنک شدند. تا قبل از مرحله شش برگی، آبیاری مطلوب برای تمام کرت ها و تیمارها صورت گرفت. تیمار آبیاری با شروع مرحله شش برگی بر اساس سطوح در نظر گرفته شده اعمال گردید. به این صورت که قبل از هر آبیاری، تبخیر و تعرق گیاه مرجع (ET<sub>o</sub>) بر حسب میلی متر در روز از سایت ایستگاه هواشناسی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی<sup>۶</sup> اخذ و پس از ضرب

<sup>۶</sup> www.fieldclimate.com

خاک (جدول ۳)، نیتروژن به میزان ۱۸۴ کیلوگرم در هکتار از منبع کود اوره (معادل ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار) در سه نوبت (دو برگی، هفت برگی و ظهور گل تاجی) تقسیم شد. فسفر به میزان ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار از منبع کود سوپر فسفات تریپل و پتاسیم به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع کود سولفات پتاسیم به صورت پیش کاشت استفاده شدند.

طول هر کرت فرعی پنج متر و شامل شش خط کاشت بود. فاصله ردیف های کاشت ۷۵ سانتی متر و فاصله بوته روی ردیف ۱۷/۸ سانتی متر بود، به طوری که تراکم نهایی مزرعه ۷/۵ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد. کاشت بذر ارقام ذرت در ۱۷ اردیبهشت ماه به صورت

جدول ۳- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 3. Physical and chemical properties of the soil

عمق	بافت	شن	رس	سیل ت	اسیدیته	هدایت الکتریکی	ظرفیت تبادل کاتیونی	کربن آلی	نیتروژن کل	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب
Depth (cm)	Texture	Sand (%)	Clay (%)	Silt (%)	pH	EC (dS.m <sup>-1</sup> )	CEC (meq 100g <sup>-1</sup> )	OC (%)	Total nitro gen (%)	Available phosphorus (ppm)	Available potassium (ppm)
0-30	Clay- Silt	37	24	39	7.55	0.60	18.5	1.17	0.17	5.2	340

سانتی‌گراد)، لا، ضریب رطوبتی (بر حسب کیلو پاسکال بر درجه سانتی‌گراد)، G، شار گرما به داخل خاک (بر حسب مگاژول بر متر مربع در روز)، WUE، کارایی مصرف آب (بر حسب گرم ماده خشک به میلی‌متر آب مصرف شده) و A، مساحت (بر حسب متر مربع) است. برای تعیین ضریب گیاهی و استفاده از آن برای تبدیل تبخیر و تعرق گیاه مرجع به تبخیر و تعرق ذرت، بر اساس روش پیشنهادی فائو، منحنی تغییرات ضریب گیاهی در طول دوره رشد رسم شد تا در هر مرحله از رشد، ضریبی متناسب با همان مرحله اعمال شود. در این روش کل دوره رشد به چهار بخش تقسیم می‌شود (شکل ۱).

در مرحله ابتدایی، از زمان کاشت تا زمانی که گیاه ۱۰ درصد سطح زمین را بپوشاند ضریب گیاهی ۰/۲ در نظر گرفته شد. برای مرحله رشد و توسعه، از پایان مرحله ابتدایی تا زمانی که گیاه به حداکثر رشد خود برسد و ۷۰ تا ۸۰ درصد سطح زمین را بپوشاند، ضریب گیاهی متناسب با تغییرات شکل ۱ در نظر گرفته شد. مرحله میانی، از پایان مرحله رشد و توسعه تا زمانی که در حال تکامل است ضریب گیاهی ۱/۲۵ در نظر گرفته شد و در مرحله نهایی که از پایان مرحله میانی تا زمان رسیدگی فیزیولوژیک است این ضریب

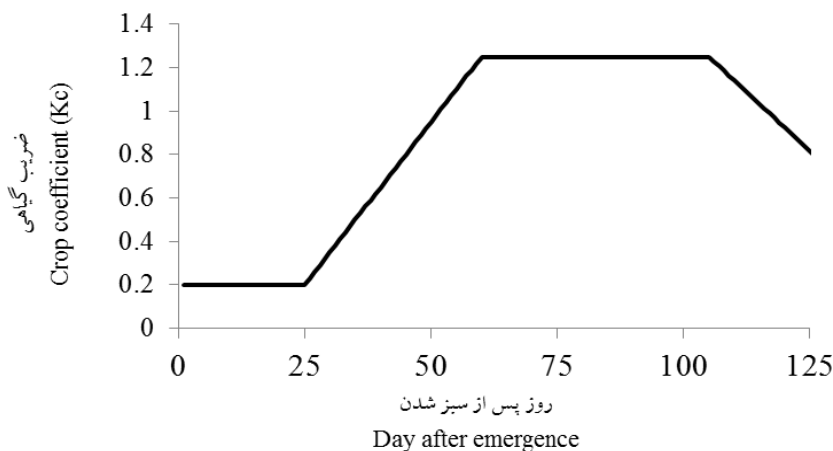
در مقادیر روزانه ضریب گیاهی (Kc)، نیاز آبی ذرت (ETc) بر حسب میلی‌متر در روز مورد نظر محاسبه شد (معادله ۲). اساس محاسبه تبخیر و تعرق گیاه مرجع در این سایت معادله پنمن-مونتیث فائو<sup>۷</sup> است (معادله ۱). در نهایت میزان آب (WC) بر حسب میلی‌متر در متر مربع در روز طبق معادله ۳ محاسبه و مقادیر آب در نظر گرفته شده برای هر کرت در دوره‌های هفت روزه در اختیار گیاهان قرار گرفت.

$$ET_0 = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + [890 \gamma / (T + 273)] (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 U_2)} U_2 \quad (1)$$

$$ET_c = ET_0 \times K_c \quad (2)$$

$$WC = \frac{\sum ET_c \times A}{WUE} \quad (3)$$

در این معادلات، Rn، تشعشع خالص در سطح پوشش گیاهی (بر حسب مگاژول بر متر مربع در روز)، T، متوسط درجه حرارت هوا در ارتفاع دو متری از سطح زمین (بر حسب سانتی‌گراد)، U<sub>2</sub>، سرعت باد در ارتفاع ۲ متری از سطح زمین (بر حسب متر در ثانیه)، e<sub>s</sub>-e<sub>a</sub>، کمبود فشار بخار در ارتفاع ۲ متری از سطح زمین (بر حسب کیلو پاسکال)، Δ، شیب منحنی فشار بخار اشباع نسبت به درجه حرارت در نقطه‌ای که درجه حرارت در آن T باشد (بر حسب کیلو پاسکال بر <sup>۷</sup> FAO Penman-Monteith



شکل ۱- ضرایب گیاهی استفاده شده برای محاسبه تبخیر و تعرق روزانه ذرت

Fig 1. The crop coefficient (Kc) used to calculate the daily evapotranspiration for maize

تشکیل لایه سیاه رنگ در محل اتصال دانه به چوب بلال، در تمام کرت‌ها آبیاری متوقف شد. پس از سبز شدن تا مرحله رسیدن فیزیولوژیک، شش مرتبه در مراحل مختلف نموی (شامل مراحل ۶ تا ۸ برگگی، ۱۰ تا ۱۲ برگگی، ۱۴ تا ۱۶ برگگی، ظهور گل تاجی، ظهور ابریشم و پر شدن دانه) از هر کرت سه بوته معادل ۰/۴ متر مربع به طور تصادفی برداشت شد. نمونه‌ها طی مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد آون خشک شد و پس از توزین به عنوان وزن خشک منظور شد. برای برآورد مقادیر روزانه وزن خشک (گرم در متر مربع) از برازش معادله زیر استفاده شد (Mondani *et al.*, 2019):

$$TDW = \frac{a}{(1+bx \exp(-cx))} \quad (4)$$

در اینجا، a، حداکثر وزن خشک کل، b، سرعت رشد نسبی، c، زمانی که وزن خشک کل وارد مرحله خطی می‌شود و x، زمان بر حسب روز پس از سبز شدن است. برای محاسبه سرعت رشد محصول (گرم بر متر مربع در روز) و سرعت رشد نسبی (گرم بر گرم در روز) نیز

۰/۶ لحاظ گردید (Bafkar *et al.*, 2006). در این مطالعه طول مرحله ابتدایی رشد، مرحله رشد و توسعه، مرحله میانی و مرحله نهایی به ترتیب ۲۵، ۳۵، ۴۵ و ۳۰ روز در نظر گرفته شد. آب ورودی توسط لوله پلی اتیلن تا سر مزرعه هدایت گردید و آبیاری بصورت نشتی انجام و میزان آب ورودی به کرت‌ها با کنتور حجمی کنترل گردید. به دلیل بسته بودن انتهای جوی‌ها، تلفات رواناب صفر و راندمان آبیاری ۹۰ درصد منظور شد (Bafkar *et al.*, 2006). با جمع کردن مقادیر تبخیر و تعرق روزانه بین دو آبیاری، نیاز خالص آبیاری برای تیمار تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی به دست آمد. نیاز آبیاری سایر تیمارها نیز به عنوان ضریبی از نیاز آبیاری تیمار تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی محاسبه و مقادیر آب در نظر گرفته شده برای هر کرت تعیین گردید. لازم به ذکر است که دلیل انتخاب تیمار بیش آبیاری، عدم اطمینان کافی به روش پنمن-مونتیث فائو برای محاسبه دقیق نیاز آبی در شهرستان کرمانشاه بود (Ghobadi *et al.*, 2017-a). در پایان نیز پس از اطمینان از وقوع رسیدن فیزیولوژیک بر مبنای

توسط کانوپی که ۰/۰۸ منظور شد (Boons-Prins *et al.*, 1994)، ضریب خاموشی نور ذرت که ۰/۶ منظور شد (Ahmadi *et al.*, 2018a)، پایه لگاریتم طبیعی (۲/۷۱۸۲۸) و LAI شاخص سطح برگ روزانه است. در انتها کارایی مصرف نور در طول دوره رشد بر حسب گرم بر مگاژول، از طریق محاسبه شیب خط رگرسیون بین وزن خشک کل (گرم در متر مربع) و نور جذب شده تجمعی (مگاژول در متر مربع) محاسبه شد.

در پایان فصل رشد، با مشاهده لایه سیاه در محل اتصال دانه به چوب بلال و اطمینان از وقوع رسیدن فیزیولوژیک آبیاری متوقف شد. تاریخ قطع آبیاری برای ارقام Simon, BC678 و SC704 به ترتیب ۱۳۹۷/۵/۳۰، ۱۳۹۷/۶/۵ و ۱۳۹۷/۶/۱۳ بود. پس از کاهش رطوبت دانه‌ها با در نظر گرفتن اثرات حاشیه‌ای، بلال‌های دو خط میانی هر کرت از مساحت ۱/۵ متر مربع که برای تعیین عملکرد دانه در نظر گرفته شده بود، برداشت گردید. در زمان برداشت، میزان رطوبت دانه‌های هر کرت به وسیله دستگاه رطوبت سنج مدل GMK-303RS ساخت شرکت GWON کره جنوبی تعیین شد. به این صورت که ابتدا دانه‌های پنج بلال از هر کرت بصورت کاملاً تصادفی انتخاب گردید و به کمک پیچاندن اهرم گردان بر پوسته دانه‌ها ترک انداخته شد. سپس دانه‌های ترک خورده در جایگاه مخصوص داخل دستگاه ریخته شده و با فشردن کلید اندازه‌گیری، محتوای رطوبت دانه‌ها بر حسب درصد بر روی مانیتور دستگاه نمایش داده شد. این کار برای هر کرت

از روش مشتق‌گیری از معادله وزن خشک کل استفاده شد، به این صورت که مشتق اول تعیین کننده روند تغییرات سرعت رشد محصول و مشتق دوم این معادله تعیین کننده روند سرعت رشد نسبی بود (Koocheki & Sarmadnia, 1999). سطح برگ با استفاده از نرم‌افزار J-Microvision محاسبه گردید (Hajishabani *et al.*, 2020). برای برآورد مقادیر شاخص سطح برگ روزانه از برازش معادله زیر استفاده شد (Mondani *et al.*, 2019):

$$LAI = a + b \times 4 \times \frac{\exp\left(\frac{x-c}{d}\right)}{\left(1 + \exp\left(\frac{x-c}{d}\right)\right)^2} \quad (5)$$

در این معادله،  $a$ ، عرض از مبدا،  $b$ ، زمان رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ،  $c$ ، حداکثر شاخص سطح برگ،  $d$ ، نقطه عطف منحنی که در آن رشد شاخص سطح برگ وارد مرحله خطی می‌شود و  $x$ ، زمان بر حسب روز پس از سبز شدن است. محاسبه دوام سطح برگ (روز) برای هر تیمار با ضرب میانگین مقادیر شاخص سطح برگ روزانه در طول دوره رشد محصول انجام شد (Karimzadeh *et al.*, 2018). جهت محاسبه کارایی مصرف نور ابتدا میزان نور روزانه برای عرض جغرافیایی شهرستان کرمانشاه با استفاده از ساعات آفتابی روزانه اخذ شده از اداره هواشناسی به روش (Goudriaan, 1993) و Van Laar & محاسبه گردید. سپس میزان نور جذب شده روزانه ( $I_{abs}$ ) بر حسب مگاژول در متر مربع بر اساس معادله زیر محاسبه شد.

$$I_{abs} = I_0 \times (1 - \rho) \times \left(1 - e^{(-K \times LAI)}\right) \quad (6)$$

در این معادله،  $I_0$ ، نور رسیده به بالای کانوپی (مگاژول در متر مربع)،  $\rho$ ، ضریب انعکاس نور

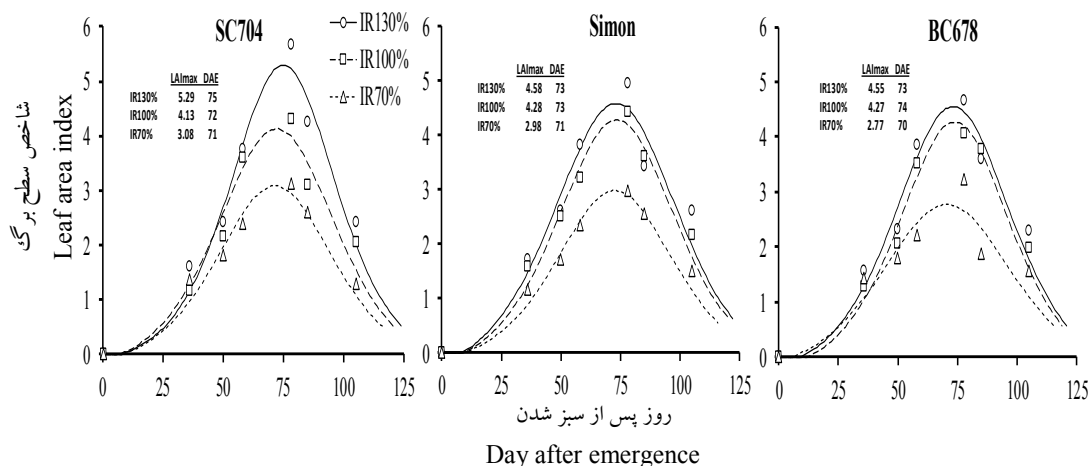
به طوری که مقدار شاخص سطح برگ در همه تیمارها تقریباً یکسان بود. با گذشت زمان و پس از شروع اعمال تیمارهای آبیاری (مرحله شش برگگی)، افزایش سطح برگ ارقام روند خطی (حدود ۴۰ روز پس از سبز شدن) پیدا کرد و تأثیر سطوح آبیاری به تدریج آشکار شد. در زمان گلدهی شاخص سطح برگ به حداکثر مقدار خود رسید. سپس به دلیل سایه اندازی برگ ها روی یکدیگر و ریزش برگ های پایینی، شاخص سطح برگ روند نزولی در پیش گرفت (Ahmadi et al., 2018a). با اعمال تنش کم آبی، مراحل فنولوژیک رشد ذرت به دلیل فرار از شرایط تنش، با سرعت بیشتری تکمیل شد، به طوری که زمان وقوع حداکثر شاخص سطح برگ در شرایط بیش آبیاری (تأمین ۱۳۰ درصد نیاز آبی)، آبیاری کامل (۱۰۰ درصد نیاز آبی) و کم آبیاری (۷۰ درصد نیاز آبی) برای رقم KSC704 به ترتیب ۷۵، ۷۲ و ۷۱ روز پس از سبز شدن به دست آمد. حداکثر شاخص سطح برگ برای رقم Simon به ترتیب ۷۳، ۷۳ و ۷۱

سه بار تکرار شد و میانگین مقادیر رطوبت به دست آمده به عنوان محتوای رطوبت دانه های آن کرت منظور گردید. در مجموع محتوای رطوبت دانه اندازه گیری شده جهت محاسبه عملکرد دانه حدود ۱۴ درصد بود. بعد از جدا کردن دانه ها از چوب بلال، عملکرد دانه با توجه به رطوبت اندازه گیری شده محاسبه و بر اساس رطوبت ۱۴ درصد بر حسب کیلوگرم در هکتار تعیین شد. به منظور تجزیه واریانس و مقایسه میانگین به روش LSD در سطح پنج درصد برای عملکرد دانه از نرم افزار SAS نسخه ۹/۴ استفاده شد و برای برازش معادلات و رسم نمودارها نیز به ترتیب از نرم افزارهای SlideWrite و Excel استفاده شد.

## نتایج و بحث

### شاخص و دوام سطح برگ

روند تغییرات شاخص سطح برگ ارقام مورد بررسی در طول دوره رشد برای تمام سطوح آبیاری مشابه بود (شکل ۲). در ابتدای دوره رشد، سطح برگ به کندی افزایش یافت،



شکل ۲- اثر رژیم های آبیاری بر شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ (سطح زیر منحنی شاخص سطح برگ) ارقام ذرت

Fig 2. Effect of irrigation regimes on leaf area index and leaf area duration (area under the leaf area index curve) of maize cultivars

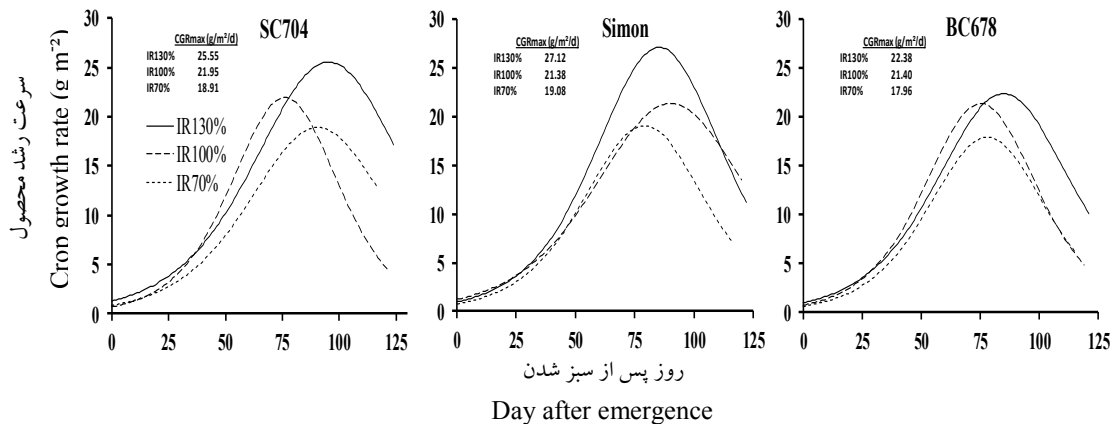




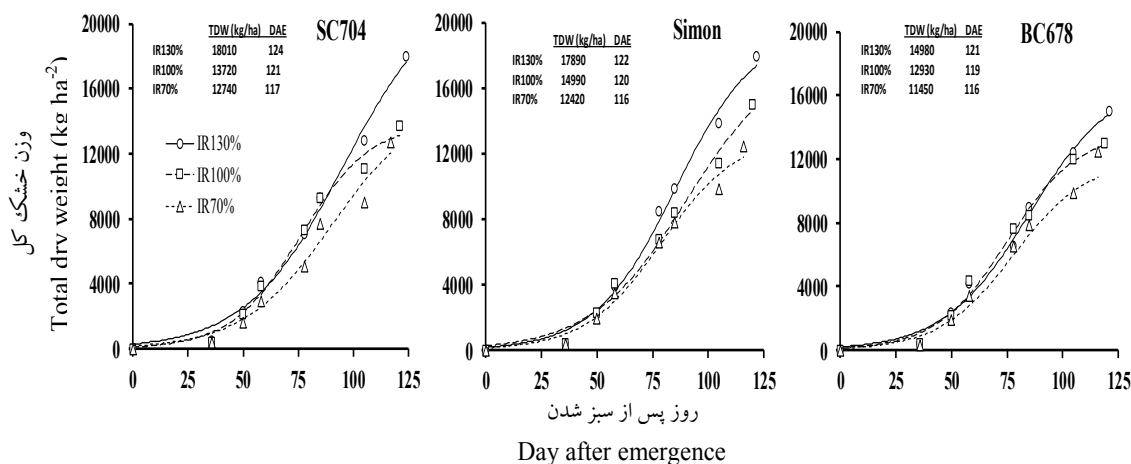
کمتر بود. به نظر می‌رسد کاهش شاخص سطح برگ و سرعت فتوسنتز در اثر تنش کمبود آب منجر به کاهش سرعت رشد محصول می‌گردد. در مراحل انتهایی دوره رشد، به دلیل پیر شدن و ریزش برگ‌ها سرعت رشد محصول نیز کاهش یافت (شکل ۳). احتمالاً در پایان دوره رشد، به دلیل سایه‌اندازی برگ‌های بالایی روی یکدیگر و ریزش برگ‌های پایینی، سرعت رشد محصول روند کاهشی نشان داد (Karimzadeh *et al.*, 2018). نتایج محققین دیگر در رابطه با روند تغییرات سرعت رشد محصول ذرت با نتایج آزمایش حاضر مطابقت داشت (Ghobadi *et al.*, 2017-A; Goldani *et al.*, 2010). دلایل این موضوع را کاهش سطح برگ، جذب نور، فتوسنتز خالص و در نهایت تولید ماده خشک گزارش کردند.

در بین ارقام مورد بررسی سرعت رشد محصول رقم BC678 در تمام سطوح آبیاری و در تمام طول دوره رشد کمتر از ارقام KSC704 و Simon بود. این موضوع به دلیل سطح برگ و کارایی مصرف نور کمتر این رقم نسبت به سایر ارقام بود (شکل‌های ۲ و ۷). مصرف آب کمتر،

از جمله عوامل بسیار تاثیرگذار بر سرعت رشد محصول مقدار و مدت زمان دریافت نور توسط برگ‌ها و کارایی مصرف نور است (Lak *et al.*, 2008). سطح برگ عامل مهمی در جذب نور و دی‌اکسید کربن است. بنابراین با تغییر سطح برگ، سرعت رشد محصول نیز دچار تغییر می‌شود. در ابتدای دوره رشد به دلیل کامل نبودن پوشش گیاهی و جذب نور کمتر، سرعت رشد محصول پایین بود. با افزایش شاخص سطح برگ، به دلیل دریافت بیشتر نور و در نتیجه فتوسنتز بیشتر، سرعت رشد محصول نیز افزایش یافت. تا این که در مراحل اولیه رشد زایشی به بیشترین مقدار رسید، چون با توسعه شاخص سطح برگ در این مرحله، قسمت بیشتری از نور جذب کانوپی می‌شود. اختلاف سرعت رشد محصول بین تیمارهای آزمایش در ابتدای فصل رشد، به دلیل محدودیت سطح فتوسنتز کننده در این مرحله قابل ملاحظه نبود، اما با ورود به فاز زایشی اختلاف بین تیمارها بیشتر شد. به طوری که سرعت رشد محصول همواره در طول دوره رشد در شرایط کم آبیاری، نسبت به آبیاری کامل و بیش آبیاری



شکل ۳- اثر رژیم‌های آبیاری بر سرعت رشد محصول ارقام ذرت  
Fig 3. Effect of different irrigation regimes on crop growth rate of maize cultivars



شکل ۴- اثر رژیم‌های آبیاری بر تغییرات وزن خشک کل ارقام ذرت

Fig 4. Effect of irrigation regimes on changes of total dry weight in maize cultivars

برگ کاهش می‌یابد و در نهایت از سرعت رشد محصول کاسته خواهد شد (Lak *et al.*, 2010). نتایج مشابهی در رابطه با تأثیر کم آبی بر سرعت رشد محصول در مطالعات دیگر نیز گزارش شده است (Molla *et al.*, 2014; Ge *et al.*, 2012).

### وزن خشک کل

در ابتدای دوره رشد به دلیل کوچک بودن بوته‌ها، تجمع وزن خشک از روند کندی برخوردار بود و تفاوت چندانی بین سطوح مختلف آبیاری و ارقام ذرت از این نظر مشاهده نشد (شکل ۴). حدود ۵۰ روز پس از سبز شدن، وزن خشک کل ارقام ذرت وارد مرحله خطی شد و تفاوت اثر سطوح مختلف آبیاری بر وزن خشک مشخص شد.

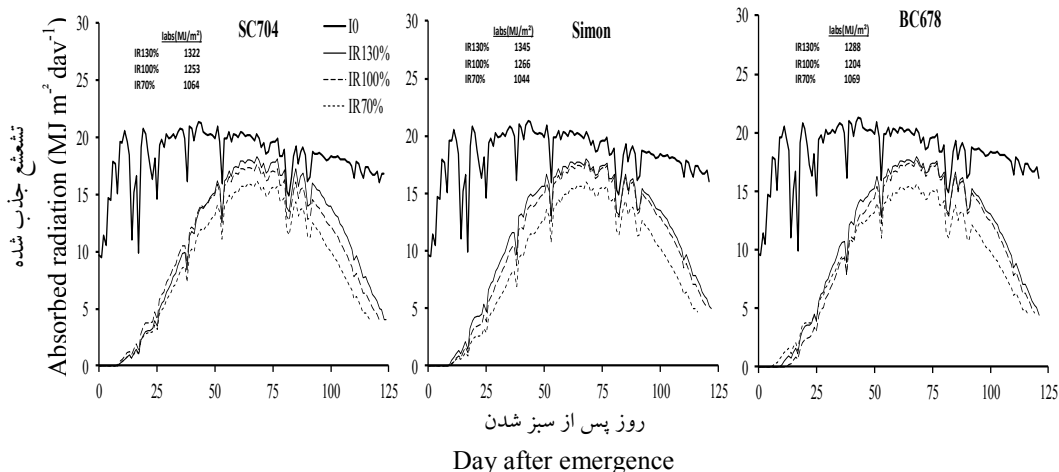
افزایش آب موجب افزایش میزان و سرعت تجمع ماده خشک شد. در شرایط تیمار آبیاری کامل واحد حرارتی مورد نیاز ارقام KSC704، Simon و BC678 برای تکمیل دوره رشد به ترتیب در ۱۲۱، ۱۲۰ و ۱۱۹ روز پس از سبز شدن تأمین شد. وقوع رسیدن فیزیولوژیک این

سرعت رشد محصول ارقام ذرت را در طول دوره رشد کاهش داد. حداکثر سرعت رشد محصول ارقام BC678 و Simon، KSC704 در تیمار بیش آبیاری به ترتیب ۲۸/۴، ۲۷/۱ و ۲۲/۴ گرم بر متر مربع در روز به دست آمد. سرعت رشد این ارقام در شرایط آبیاری کامل به ترتیب ۲۱/۱، ۱۷/۳ و ۷/۱ درصد و در شرایط کم آبیاری به ترتیب ۳۲/۷، ۲۹/۵ و ۳۰/۷ درصد نسبت به شرایط بیش آبیاری کاهش یافت (شکل ۳). سرعت رشد محصول تحت تأثیر شاخص سطح برگ و میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ قرار دارد. همانگونه که نتایج این تحقیق نشان داد در شرایط بیش آبیاری در مقایسه با آبیاری مطلوب و کم آبیاری، شاخص سطح برگ بالاتر منجر به جذب نور بیشتر شد که به نظر می‌رسد این موضوع باعث بهبود فتوسنتز جاری گیاه و در نهایت سرعت رشد محصول می‌گردد. همچنین با افزایش شدت کم آبی، دمای برگ و به دنبال آن سرعت تنفس گیاه افزایش یافته که این موضوع منجر به کاهش تقسیم سلولی و افزایش پیر شدن برگ می‌شود و در نتیجه سطح

نهایت باعث تغییر سرعت فتوسنتز خالص آن‌ها می‌گردد (Rinaldi & Garofalo, 2011). کاهش تعرق در شرایط کم آبی یک عکس‌العمل فیزیولوژیک مهم به وقوع تنش است (Emam seghatoleslami, 2005) که به دلیل تولید اسید آبسزیک در ریشه و انتقال آن به اندام‌های هوایی به وجود آمده است. در مقابله با اثرات منفی تنش کم آبی، گیاه روزنه‌های خود را به طور نسبی بسته و زمینه لازم برای حفظ فشار تورژسانس و میزان فتوسنتز خود را فراهم کرده و از طرفی تخصیص مواد فتوسنتزی به اندام‌های زیرزمینی افزایش یافته و روند تسهیم مواد فتوسنتزی متفاوت می‌شود که نتیجه این فرایندها کاهش تولید ماده خشک را به همراه دارد (Earl & Davis, 2003; Zounemat & Asadi, 2018). اثر مثبت آبیاری بر کاهش انتقال مجدد و تجمع ماده خشک ذرت (Earl & Davis, 2003) و سورگوم (Rinaldi & Garofalo, 2011) گزارش شده است.

ارقام در شرایط کم آبیاری به ترتیب ۴، ۳ و ۲ روز زودتر و در شرایط بیش آبیاری به ترتیب ۳، ۲ و ۲ روز دیرتر اتفاق افتاد. رقم KSC704 در شرایط تیمارهای بیش آبیاری، آبیاری کامل و کم آبیاری در پایان فصل رشد به ترتیب ۱۸۰۱۰، ۱۳۷۲۰ و ۱۲۷۴۰ کیلوگرم ماده خشک در هکتار تولید کرد. این مقادیر برای رقم Simon به ترتیب ۱۷۸۹۰، ۱۴۹۹۰ و ۱۲۴۲۰ کیلوگرم در هکتار و برای رقم BC678 به ترتیب ۱۴۹۸۰، ۱۲۹۳۰ و ۱۱۴۵۰ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۴).

تنش کم آبی از طریق کاهش سطح اندام‌های رویشی و به تبع آن افت جذب نور و کارایی مصرف نور تولید ماده خشک را کاهش می‌دهد (Stone *et al.*, 2001). مکانیسم‌های فیزیولوژیکی دخیل در این فرایندها به ترتیب کاهش توسعه سطح برگ و کاهش سرعت فتوسنتز در واحد سطح برگ هستند (Cakir, 2004). گیاهان در شرایط متفاوت دسترسی به آب، وضعیت روزنه‌ای متفاوتی دارند که در



شکل ۵- اثر رژیم‌های آبیاری بر تغییرات جذب نور ارقام ذرت

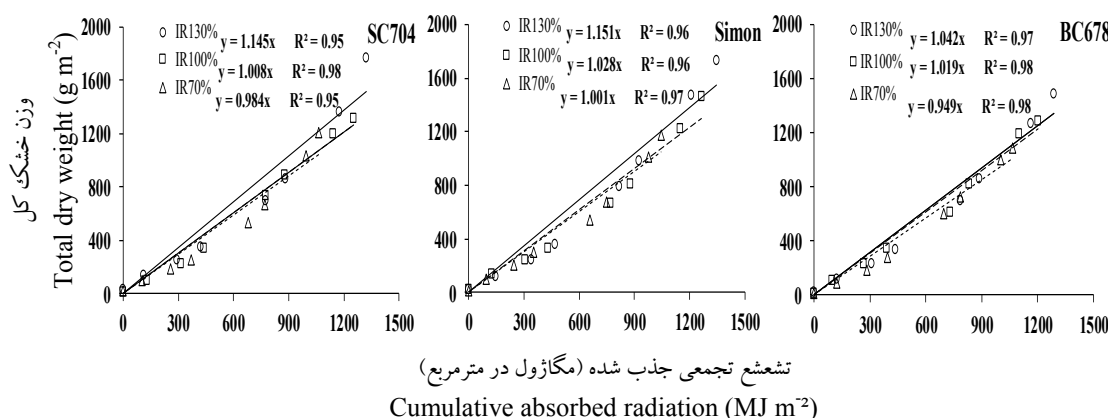
Fig 5. Effect of different irrigation regimes on changes of radiation absorption in maize cultivars

### نور جذب شده و کارایی مصرف نور

نتایج این بررسی نشان داد که کل میزان نور بالای کانوپی طی دوره رشد ذرت ۲۲۶۵ مگاژول در متر مربع بود (شکل ۵). در مراحل اولیه رشد به دلیل کوچک بودن برگ‌ها و عدم پوشش کامل سطح زمین، جذب نور اندک بود (شکل ۴). متناسب با افزایش شاخص سطح برگ و شدت نور روزانه، جذب نور در تمام تیمارهای مورد بررسی به تدریج افزایش یافت و هم‌زمان با شاخص سطح برگ بحرانی به حداکثر میزان خود رسید و سپس به علت کاهش شاخص سطح برگ تا انتهای دوره رشد روند نزولی در پیش گرفت. رژیم آبیاری با تأثیر بر ساختار و آرایش کانوپی، الگوی جذب نور هر سه رقم را تغییر داد.

روند جذب نور ارقام تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری مشابه اثر آبیاری بر روند تغییرات شاخص سطح برگ بود، به طوری که در شرایط کم آبی به دلیل کاهش شاخص سطح برگ، جذب نور نیز کاهش یافت. در پایان فصل

رشد، در تیمار آبیاری کامل بوته‌های ارقام KSC704، Simon و BC678 در هر متر مربع به ترتیب ۱۲۵۳، ۱۲۶۶ و ۱۲۰۴ مگاژول نور جذب کردند. نور جذب شده توسط ارقام KSC704، Simon و BC678 با افزایش میزان مصرف آب نسبت به تیمار آبیاری کامل به ترتیب ۶۹، ۷۹ و ۸۴ مگاژول در متر مربع افزایش یافت و در شرایط کم آبیاری به ترتیب ۱۸۹، ۲۲۲ و ۱۳۵ مگاژول در متر مربع کاهش یافت (شکل ۵). شرایط محیطی، مدیریت زراعی و ساختار کانوپی هر رقم با تأثیر بر شاخص سطح برگ و پوشش زمین، جذب نور در واحد سطح را تغییر می‌دهند. تنش ناشی از کمبود آب از طریق کاهش اندازه و تغییر شکل برگ‌ها منجر به دریافت نور کمتر و افزایش ضریب استهلاک نوری توسط بوته‌ها می‌شود (Ghanbari et al., 2014). در شرایط مطلوب آبیاری، شاخص سطح برگ بیشتر و دوام بیشتر سطح سبز از طریق افزایش جذب نور در مراحل مختلف رشد باعث بهبود سرعت و میزان فتوسنتز جاری گیاه



شکل ۶- اثر رژیم های آبیاری بر کارایی مصرف نور ارقام ذرت. در گرافها خطوط ممتد نشان دهنده معادله خطی برازش داده شده بر داده‌های اندازه‌گیری شده (خطوط غیر ممتد) است.

Fig 6. Effect of irrigation regimes on light use efficiency of maize cultivars. In the graphs the continuous lines show the linear equation fitted on the measured data (non-continuous lines)

شده که در نهایت منجر به تولید ماده خشک بیشتر خواهد شد. ارتباط مستقیم بین میزان سطح برگ و جذب نور در مطالعات دیگر نیز گزارش شده است (Shibles & Weber, 1995; Dwyer, 1992). تأثیر کم آبی بر کاهش جذب نور توسط کانوپی سورگوم نیز ثابت شده است (Rinaldi & Garfalo, 2011). به گونه ای که در تحقیقی به ازای هر میلی متر مصرف آب بیشتر (در محدوده ۵۲۰ تا ۶۸۰ میلی متر)، کارایی مصرف نور سورگوم حدود ۴/۲ درصد افزایش یافت (Rinaldi & Garfalo, 2011). همچنین گزارش شده است که بخش عمده کاهش کارایی مصرف نور در شرایط کمبود آب مربوط به کاهش محتوای نیتروژن برگ است و سهم کاهش سطح برگ بر کاهش جذب نور و کاهش کارایی مصرف نور ناچیز است (Teixeira et al., 2014). در تمام سطوح آبیاری، کارایی مصرف نور رقم BC678 به دلیل تولید ماده خشک کمتر نسبت به نور جذب شده، کمتر از ارقام KSC704 و Simon بود (شکل ۶). به عبارت دیگر توانایی رقم BC678 در تبدیل هر واحد نور دریافتی به ماده خشک کمتر از ارقام دیگر بود. اختلاف در تسهیم مواد فتوسنتزی بین اندام های هوایی و ریشه ارقام مختلف هنگامی که تنها وزن خشک اندام هوایی مورد استفاده قرار می گیرد، می تواند تأثیر قابل توجهی بر کارایی مصرف نور داشته باشد (Shibles & Weber, 1995).

#### عملکرد دانه

اثرات اصلی آبیاری و رقم بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بودند، در حالی که اثرات متقابل آنها معنی دار نشد (جدول ۴). مصرف آب کمتر، عملکرد دانه در واحد سطح را به طور معنی داری کاهش داد. با اعمال تیمار بیش آبیاری به طور متوسط ۷۴۳۰ کیلوگرم دانه در هکتار تولید شد که این میزان در مقایسه با تیمارهای آبیاری مطلوب و کم آبیاری به ترتیب حدود ۱۵/۵ و ۳۹/۸ درصد

شده که در نهایت منجر به تولید ماده خشک بیشتر خواهد شد. ارتباط مستقیم بین میزان سطح برگ و جذب نور در مطالعات دیگر نیز گزارش شده است (Shibles & Weber, 1995; Dwyer, 1992). تأثیر کم آبی بر کاهش جذب نور توسط کانوپی سورگوم نیز ثابت شده است (Rinaldi & Garfalo, 2011).

نتایج این بررسی همچنین نشان داد که با تغییر مقدار آب مصرفی کارایی مصرف نور ذرت نیز تغییر یافت، به طوری که در شرایط بیش آبیاری برای ارقام KSC704، Simon و BC678 به ازای هر مگاژول نور دریافت شده به ترتیب ۱/۱۴، ۱/۱۵ و ۱/۰۴ گرم ماده خشک تولید شد (شکل ۶). این مقادیر در شرایط آبیاری کامل به ترتیب ۱/۰۵، ۱/۰۷ و ۱/۰۳ گرم و در شرایط کم آبیاری به ترتیب ۱/۰۲، ۱/۰۴ و ۰/۹۱ گرم بود.

کارایی مصرف نور در شرایط کم آبیاری نسبت به بیش آبیاری برای ارقام KSC704، Simon و BC678 به ترتیب ۱۶/۴، ۹/۶ و ۱۱/۸ درصد کاهش یافت. به نظر می رسد افزایش مقاومت روزنه ای برگ در اثر تنش کم آبی منجر به کاهش غلظت دی اکسید کربن فضای زیر روزنه و سرعت فتوسنتز خالص و در نهایت کاهش کارایی مصرف نور می شود (Zhou et al., 2016). در واقع هم میزان نور جذب شده و هم ماده خشک تولیدی در اثر کمبود آب کاهش می یابد. هر چه نسبت ماده خشک تولیدی به نور جذب شده کمتر باشد، کارایی مصرف نور کمتر خواهد بود. همبستگی مثبت و بالای مقدار آب با کارایی مصرف نور در آزمایش های قبلی به اثبات رسیده است (George

طول مدت تنش، کمبود آب عملکرد دانه ذرت را به روش‌های مختلفی کاهش می‌دهد. اثر منفی کم آبی بر تقسیم سلول (Ge et al., 2012)، کاهش سرعت ظهور برگ (George et al., 2013)، پیری زودرس به دلیل انتقال آب از برگ‌های پیر به برگ‌های جوان‌تر (Warren et al., 2011)، جذب نور کمتر به دلیل رفتن برگ‌ها (Ge et al., 2012)، کاهش کارایی مصرف نور (Earl & Davis, 2003)، افزایش فاصله گرده‌افشانی تا ظهور ابریشم (Souza et al., 2013)، کاهش توانایی پخش دانه‌های گرده، کم شدن قدرت پذیرش ابریشم‌ها برای دانه گرده (Ge et al., 2012)، کم شدن قدرت رشد لوله گرده در خامه (Schneider et al., 2002)، سقط تخمک‌های تلقیح شده به دلیل کاهش سطح نشاسته تخمدان و کاهش قدرت مخزن (Su et al., 2010)، کاهش ذخیره مواد

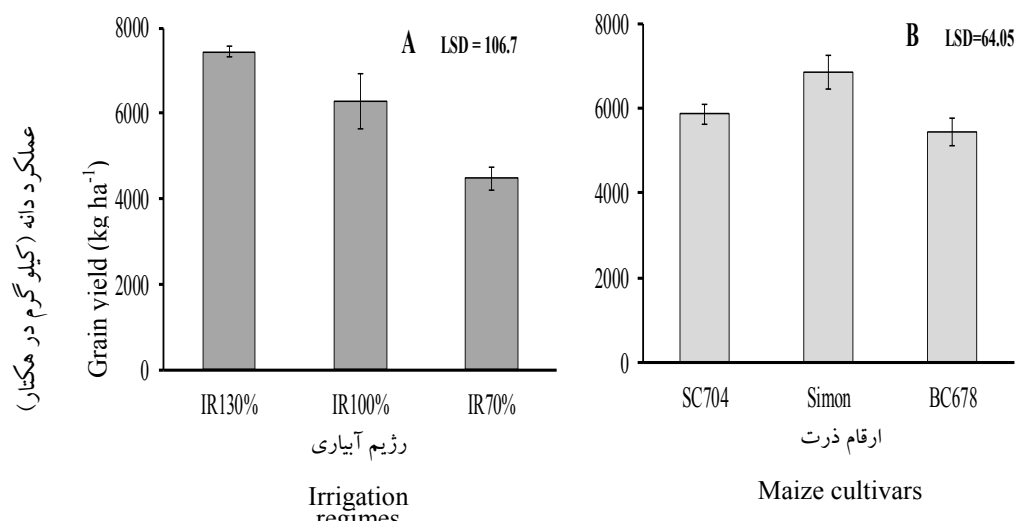
بالا تر بود. صرفنظر از تیمارهای آبیاری، عملکرد دانه بین ارقام مورد بررسی دارای تفاوت معنی داری در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۴). بالاترین عملکرد دانه متعلق به رقم Simon (6870 کیلوگرم در هکتار) و پائین‌ترین آن در رقم BC678 (5448 کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد (شکل ۷). به نظر می‌رسد تولید دانه کمتر در رقم BC678 در مقایسه با ارقام دیگر به دلیل پایین بودن شاخص‌های رشد و کارایی مصرف نور باشد، که در نهایت منجر به توانایی کمتر این رقم در بهره‌برداری از منابع محیطی شده است. عملکرد نهایی ذرت بستگی به نمو فنولوژیک موفقیت آمیز گل‌ها، باروری آن‌ها، تکوین رویان و تجمع نشاسته و پروتئین در دانه دارد. انجام هر یک از این فرایندها، نیازمند عرضه مستمر مواد پرورده است (Earl & Davis, 2003). با توجه به رقم، مرحله رشد، شدت و

جدول ۴- تجزیه واریانس صفت عملکرد دانه (میانگین مربعات) ارقام ذرت تحت تاثیر آبیاری  
Table 4. Analysis of variance for grain yield (mean squares) of maize cultivars as affected by irrigation treatments

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f	عملکرد دانه Grain yield
تکرار Replication	2	2073.705 <sup>ns</sup>
آبیاری Irrigation (IR)	2	199790.874 <sup>**</sup>
اشتباه اصلی Main Error a	4	6644.841
رقم Cultivars (C)	2	47835.175 <sup>**</sup>
آبیاری × رقم IR × C	4	3352.143 <sup>ns</sup>
اشتباه فرعی Sub Error b	12	3888.866
ضریب تغییرات CV (%)	—	10.28

<sup>ns</sup> و <sup>\*\*</sup> به ترتیب معنی‌دار در سطح یک درصد و غیر معنی‌دار.

<sup>\*\*</sup> and <sup>ns</sup> significant at 1% levels and non-significant, respectively.



شکل ۷- اثر سطوح آبیاری (A) و ارقام ذرت (B) برای عملکرد دانه ذرت. در هر ستون میله‌های عمودی نشان دهنده خطای استاندارد است.

Fig 7- Effect of irrigation levels (A) and cultivars (B) for grain yield of maize. In each

به کاهش جذب نور شد، به طوری که در پایان فصل رشد در هر متر مربع برای تیمارهای بیش آبیاری، آبیاری کامل و کم آبیاری به ترتیب ۱۳۱۸، ۱۲۴۱ و ۱۰۵۹ مگاژول نور جذب شد. به ازای هر مگاژول نور جذب شده در شرایط بیش آبیاری، آبیاری کامل و کم آبیاری به طور متوسط حدود ۱/۱۴، ۱/۰۵ و ۱/۰۰ گرم ماده خشک تولید شد. روند تغییرات سرعت رشد محصول ارقام ذرت در طول دوره رشد نیز به عنوان تابعی از جذب نور و کارایی مصرف نور تحت تأثیر تیمارهای آبیاری قرار گرفت. میانگین حداکثر سرعت رشد محصول ارقام ذرت در شرایط بیش آبیاری، آبیاری کامل و کم آبیاری به ترتیب حدود ۲۶، ۲۲ و ۱۹ گرم بر متر مربع در روز بود. طول دوره رشد ارقام ذرت (از سبز شدن تا رسیدن فیزیولوژیک) در شرایط تنش کمبود رطوبت به ترتیب ۴ و ۶ روز کوتاه‌تر از شرایط آبیاری کامل و بیش آبیاری بود. در نهایت کاهش جذب نور،

فتوسنتزی در بافت ساقه، افزایش انتقال مجدد مواد ذخیره شده به دانه و کوتاه شدن طول دوره پر شدن دانه (Ge *et al.*, 2012) دلایل اصلی کاهش عملکرد دانه در شرایط کمبود آب هستند.

### نتیجه‌گیری کلی

نتایج آزمایش نشان دهنده تأثیر مثبت آبیاری بر شاخص‌های رشد و کارایی جذب و مصرف نور ارقام ذرت بود. صرف نظر از رقم در شرایط بیش آبیاری، آبیاری کامل و کم آبیاری، میانگین شاخص سطح برگ در مرحله گلدهی به ترتیب ۴/۸، ۴/۲ و ۲/۹ بود. تنش کمبود آب توانایی بوته‌ها برای حفظ سطح برگ در طول دوره رشد را کاهش داد. به طوری که دوام شاخص سطح برگ در طول دوره رشد در شرایط بیش آبیاری، آبیاری کامل و کم آبیاری به ترتیب ۲۶۹/۵، ۲۳۵/۸ و ۱۶۸/۱ روز به دست آمد. اثرات تنش کمبود رطوبت بر شاخص و دوام سطح برگ در نهایت منجر



نسبی داشته است که این موضوع منجر به بالاتر بودن عملکرد دانه این رقم گردید. از نتایج این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که با انتخاب رژیم آبیاری مناسب در مزارع ذرت می‌توان به ساختار مناسب کانوپی دست یافت که وضعیت مطلوبی را برای بهبود شاخص‌های رشد، استفاده کارآمد از منابع محیطی مانند تابش و در نهایت افزایش تولید فراهم می‌کند. بر اساس نتایج این بررسی به نظر می‌رسد که واکنش مثبت ویژگی‌های مورد ارزیابی ذرت به تیمار بیش آبیاری ممکن است به این علت باشد که استفاده از معادله پنمن-مونتیث-فائو روش مناسبی برای تعیین نیاز آبی گیاه در منطقه مورد بررسی نبوده و تبخیر و تعرق گیاه مرجع را کمتر از واقعیت برآورد کرده باشد. از این رو پیشنهاد می‌شود در صورت تکرار نتایج این تحقیق جهت تعیین نیاز آبی گیاه از روش‌های جایگزین در کنار روش پنمن-مونتیث فائو استفاده گردد.

کارایی مصرف نور و طول دوره رشد ذرت در اثر کم آبی منجر به تولید ماده خشک کمتر شد. با اعمال تیمار بیش آبیاری، در پایان دوره رشد به طور متوسط ۱۶۹۶۰ کیلوگرم ماده خشک و ۷۴۳۰ کیلوگرم دانه در هکتار تولید شد و با کاهش ۳۰ و ۶۰ درصد حجم آب آبیاری (نسبت به تیمار بیش آبیاری)، تولید ماده خشک به ترتیب ۱۸ و ۲۸/۱ درصد و تولید دانه به ترتیب ۱۵/۵ و ۳۹/۸ درصد کاهش یافت. بر اساس این نتایج، تولید ماده خشک در ذرت رابطه نزدیکی با قابلیت دسترسی به آب داشت. در رابطه با ارقام مورد بررسی، روند تغییرات شاخص‌های رشد و مقادیر جذب نور، کارایی مصرف نور و تولید ماده خشک ارقام KSC704 و Simon در واکنش به مقادیر مختلف آب نسبتاً مشابه و برتر از رقم BC678 بودند. به طوری که در مقایسه با ارقام KSC704 و Simon، حداکثر شاخص سطح برگ رقم BC678 به ترتیب ۰/۳۱ و ۰/۰۹، دوام سطح برگ، ۱۲/۷ و ۱۰/۳ روز، جذب نور، ۲۶ و ۳۱/۳ مگاژول در متر مربع، کارایی مصرف نور، ۰/۰۹ و ۰/۰۹ گرم بر مگاژول، حداکثر سرعت رشد محصول، ۳/۱۲ و ۲/۵ گرم بر متر مربع در روز، طول دوره رشد، ۲ و ۱ روز و تولید ماده خشک، ۱۷۰۰ و ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار کمتر بود. عملکرد دانه ارقام KSC704، Simon و BC678 به ترتیب ۵۸۷۰، ۶۸۷۰ و ۵۴۵۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. اگرچه تولید وزن خشک رقم KSC704 بیشتر از سایر ارقام بود اما بنظر می‌رسد در انتقال ترکیبات فتوسنتزی به سمت دانه‌ها رقم Simon تحت شرایط آب و هوایی کرمانشاه برتری

## References

- Ahmadi, M., Mondani, F., Khorramivafa, M., Mohammadi, G., and Shirkhani, A. 2018-A. The effect of nitrogen on radiation use efficiency and growth indices of maize hybrids (*Zea mays* L.) under Kermanshah condition. *Iranian of Field Crops Research*, 15 (4): 885-900 (in Persian with English abstract).
- Ahmadi, M., Mondani, F., Khorramivafa, M., Mohammadi, G., and Shirkhani, A. 2018-B. Evaluation of Nitrogen Uptake and Productivity of Maize Cultivars (*Zea mays* L.) under Kermanshah Climate Conditions. *Journal of Agroecology*, 10: 234-247 (in Persian with English abstract).
- Ahmadvand, G., Mondani, F., Dehghan Bonadaki, M., Hajinia, S., and Eskandari, B. 2017. The effect of different methods of tillage and cover crop on radiation interception and use by potato (*Solanum tuberosum*) under Hamedan weather condition. *Plant Production Technology*, 16 (2): 172-193 (in Persian with English abstract).
- Alizadeh, A., and Kamali, G. A. 2008. *Water requirement of plants in Iran*. Imam Reza University (AS) Press (in Persian).
- Alizadeh, A., Vazifeh Doost, M., Kamali, G., Bastani, K., Mortazavi, A., and Izadi, A. 2002. *Software for optimizing pattern of agriculture water use AWAT*.
- Bafkar, A., Qamarnia, H., and Taheri-tizro, A. 2006. *Principles of General Irrigation*. Razi University Press (in Persian).
- Beheshti, A., Koochaki, A., and Nassiri Mahallati, M. 2004. The effect of planting pattern on radiation interception and radiation use efficiency in canopy of three maize cultivars. *Seed and Plant*, 18 (4): 417-431 (in Persian with English abstract).
- Boons-Prins, E.R., Koning, G.H., Diepen, C.A., and Penning, F.W. 1994. *Crop specific simulation parameters for yield forecasting across the European Community*. Simulation reports CABO-TT 32, AB-DLO, Wageningen. 43 pp. and Appendices.
- Cakir, R. 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. *Field Crops Research*, 89: 1-16.
- Dwyer, L. M., Stewart, D.W., Hamilton, R. I., and Honwing, L. 1992. Ear position and vertical distribution of leaf area in corn. *Agronomy Journal*, 8: 430-438.
- Earl, H. J., and Davis, R. 2003. Drought stress effects on maize. *Agronomy Journal*, 95: 688-696.
- Emam, Y., and Seghatoleslami, M. J. 2005. *Crops yield: physiology and process (Translation)*. Shiraz University Press. Pp: 593 (in Persian).
- Ge, T., Sui, F., Bai, L., Tong, C., and Sun, N. 2012. Effects of water stress on growth, biomass partitioning, and water-use efficiency in summer maize (*Zea*

- mays* L.) throughout the growth cycle. *Acta Physiology Plant*, 34: 1043-1053.
- George, M. J., Teixeira, E. L., Herreman, T. F., and Brown, H. E. 2013. Understanding nitrogen and water stress mechanisms on maize crops. *Agronomy New Zealand*, 43: 27-32.
- Ghanbari, A., Fakheri, B., Amiri, E., and Tavassoli, A. 2014. Evaluation nitrogen and radiation use efficiency of wheat (*Triticum aestivum*) under irrigation levels. *Journal of Crop Ecophysiology*, 8 (1): 41-56 (in Persian with English abstract).
- Ghobadi, R., Mondani, F., and Shirkhani, A. 2016. Effect of different levels irrigation on radiation absorption, radiation use efficiency and total dry weight of three maize cultivars. *Agronomy Journal*, 110: 136-146 (in Persian with English abstract).
- Ghobadi, R., Ghobadi, M., Mondani, F., Jalali Honarmand, S., and Farhadi Bansooleh, B. 2017-A. Effect of irrigation and nitrogen interactions on phenologic characteristics and growth indices of seed corn. *Journal of Plant Process and Function*, 6 (21): 349-368 (in Persian with English abstract).
- Ghobadi, R., Ghobadi, M., Jalali Honarmand, S., Mondani, F., and Farhadi, B. 2017-B. Economic analysis of effect of water and nitrogen levels on grain yield and yield components of maize (*Zea mays* L.) cv. SC 704. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 19 (3): 220-238 (in Persian with English abstract).
- Goldani, M., Rezvani Moghadam, P., Nassiri Mahallati, M., and Kaffi, M. 2010. Radiation use efficiency of maize (*Zea mays* L.) hybrids with different growth types in response to density. *Journal of Iranian Field Crop Research*, 7 (2): 595-604 (in Persian with English abstract).
- Goudriaan, J., and Van Laar, H. H. 1993. *Modelling potential crop growth processes*. Kluwer Academic Press.
- Hajinia, S., and Ahmadvand, G. 2017. Effect of light radiation absorption and its use efficiency in intercropping of soybean and millet under water deficit stress. *Journal of Crop Ecophysiology*, 11: 721-742 (in Persian with English abstract).
- Hajishabani, H., Mondani, F., and Bagheri, A. 2020. Simulation effects of sowing date on growth and yield of rainfed chickpea (*Cicer arietinum* L.) by CROPGRO-CHICKPEA model. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 18: 197-212 (in Persian with English abstract).
- Karimzadeh Soureshjani, H., Nezami, A., Kaqfi, M., and Tadayon, M. R. 2018. Evaluation of the RUE and growth indices of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes deficit irrigation condition. *Iranian journal of field crops research*, 16 (3): 525-540 (in Persian with English abstract).
- Khalilimahaleh, J., Roshdi, M., and Rezadoost, S. 2006. Compare of yield and yield components of hybrids maize in second crop in Khoy. *Modern Knowledge of Agriculture Journal*, 4: 53-64 (in Persian with English abstract).
- Koocheki, A., and Sarmadnia, G. 1999. *Physiology of crop plants. Second edition*. Jahad Daneshgahi of Mashhad Press (in Persian).
- Koochaki, A., Nassiri Mahallati, M., Mondani, F., Feizi, H., and Amirmoradi, S. 2009. Evaluation of radiation interception and use by maize and bean

- intercropping canopy. *Journal of Agroecology*, 1(1):13-23 (in Persian with English abstract).
- Lak, S., Madhaj, A., Alavi Fazel, M., Majdam, M., and Gohari, M. 2010. Effect of water deficiency stress, nitrogen levels and plant density of maize on growth indices in Khouzestan condition- Ramin. *Crop Physiology Journal*, 2(2): 45-66 (in Persian with English abstract).
- Lecoeur, J., and Ney, B. 2003. Change with time in potential radiation use efficiency in field pea. *European Journal Agronomy*, 19: 91-105.
- Li, H.L., Luo, Y., and Ma, J.H. 2011. Radiation use efficiency and the harvest index of winter wheat at different nitrogen levels and their relationships to canopy spectral reluctance. *Crop Pasture Science*, 62: 208-217.
- Molla, M. S., Nakasathien, S., Sarobol, E., and Vichukit, V. 2014. Anthesis and silking dynamics of maize under contrasting nitrogen and water levels. *Natural Sciences*, 48: 837-850.
- Mondani, F., Khani, K., Jalali Honarmand, S., and Saeidi, M. 2019. Evaluating effects of plant growth-promoting rhizobacteria on the radiation use efficiency and yield of soybean (*Glycine max*) under water deficit stress condition. *Agricultural Water Management*, 213: 707-713.
- Monteith, J. L. 1997. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. *Applied Ecology*, 9: 747-766.
- Nassiri-Mahallati M., Koocheki, A., Mondani, F., Feizi, H., and Amirmoradi, S. 2015. Determination of optimal strip width in strip intercropping of maize (*Zea mays* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Northeast Iran. *Journal of Cleaner Production*, 106: 343-350.
- Nori Azhar, J., and Ehsanzadeh, P. 2007. Evaluation of interrelationship of growth indices and grain yield of five maize hybrids under two irrigation regimes in Isfahan. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 11 (41): 261-273 (in Persian with English abstract).
- Ritchie, S., Hanway, W., and Benson, G. 1992. *How a corn plant develops*. Special Report No. 48. Iowa state university, p. 21.
- Rinaldi, M., and Garofalo, P. 2011. Radiation-use efficiency of irrigated biomass sorghum in a Mediterranean environment. *Crop and Pasture Science*, 62: 830-839.
- Saint Pierre, C., Peterson, C. J., Ross, A.S., Ohm, J., Verhoeven, M.C., Slafer, G. A. M., and Araus, J. L. 1998. *Improving wheat responses to abiotic stresses*. Pp. 201-213, In: A. E. Slinkard (ed.). *Proceeding of the 9th International Wheat Genetics Symposium*. Volume 1, Saskatoon, Saskatchewan, Canada- Jaguilar, M., and Hunt, L. A. 1991 Grain yield V. Spike number in winter in humid continental climate.
- Sarker, K. K., Akanda, M. A., Biswas, S. H., Roy, D. K., Khatun, A., and Goftar, M. A. 2016. Field performance of alternate wetting and drying furrow irrigation on tomato crop growth, yield, water use efficiency, quality and profitability. *Journal of Integrative Agriculture*, 15(10): 2380-2392.
- Schneider, O. K., Camp, K. H., and Schmid, J. E. 2002. *Physiological and*

- agronomic traits of cytoplasmic male sterility in maize (Zea mays L.) and its molecular discrimination*. Diss. ETH No. 14777.
- Siddique, K. H. M., Belford, R. K., Perry, M. W., and Tennant, D. 1989. Growth, development and radiation interception of old and modern wheat cultivars in a Mediterranean-type environment. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 40: 473-487.
- Shibles, R. M., and Weber, C. R. 1995. Leaf area, solar radiation interception and dry matter production by soybeans. *Crop Science*, 5: 575-577.
- Soleymanifard, A., Pourdad, S. S., Naseri, R., and Mirzaei, A. 2011. Effect of planting on phenological characteristics and growth indices of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in rainfed conditions. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 13(2): 282-298 (in Persian with English abstract).
- Souza, T. C., Castro, E. M., Magalhaes, P. C., Lino, L. D. O., Alves, E. T., and Albuquerque, P. E. P. 2013. Morphophysiology, morphoanatomy, and grain yield under field conditions for two maize hybrids with contrasting response to drought stress. *Acta Physiology Plant*, 35: 3201-3211.
- Stone, P. J., Wilson, D. R., Reid, J. B., and Gillespie, R. N. 2001. Water deficit effects on sweet corn. I. Water use, radiation use efficiency, growth and yield. *Australian Journal of Agricultural Research*, 52: 103-113.
- Su, T., Yang, P. X., and Liu, X. G. 2010. Retrieval of regional soil water changes based on remote sensing biomass products. *Transactions from the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 26: 52-58.
- Tandale, M.D., and Ubale, S.S. 2007. Evaluation of effect of growth parameters, leaf area index (LAI), leaf area duration (LAD), crop growth rate (CGR) on seed yield of soybean during kharif season. *International Journal of Agricultural Sciences*, 3: 119-123.
- Teixeira, E. I., George, M., Herreman, T., Brown, H., Fletcher, A., Chakwizira, E., Ruiter, J., Maley, S., and Noble, A. 2014. The impact of water and nitrogen limitation on maize biomass and resource use efficiencies for radiation, water and nitrogen. *Field Crops Research*, 168: 109-118.
- Tohidi, M., Nadery, A., Siadat, S., and Lak, S. 2012. Variables productivity of radiation interception in grain maize hybrids at various amount of nitrogen. *World Applied Sciences Journal*, 16: 86-93.
- UR Rahman, H., Ali, A., Waseem, M., Tanveer, A., Tahir, M., Nadeem, M. A., and Zamir, S. I. 2010. Impact of nitrogen application growth and yield of maize (*Zea mays* L.) growth a line and in combination with cowpea (*Vigna unguiculata* L.). *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 7 (1): 43-47.
- Warren, J. M., Norby, R. J., and Wullschleger, S. D. 2011. Elevated CO<sub>2</sub> enhances leaf senescence during extreme drought in a temperate forest. *Tree Physiology*, 31: 117.
- Zhou, Z., Andersen, M. N., and Plauborg, F. 2016. Radiation interception and radiation use efficiency of potato affected by different N fertigation and irrigation regimes. *European Journal of Agronomy*, 81: 129-137.

Zounemat Kermani, M., and Asadi, R. 2018. Effect of partial root zone drying on the quantitative traits of (*Thynus vulgaris* L.). *Journal of water research in agriculture*, 32 (1): 147-161 (in Persian with English abstract).

## **Evaluation of the Growth Indices, Radiation Absorption and Use Efficiency of Maize (*Zea mays* L.) Cultivars under differential Irrigation Regimes in Kermanshah Region**

Parisa Karami<sup>1</sup>, Farzad Mondani<sup>2\*</sup>, Rozhin Ghobadi<sup>3</sup>

1. MSc Student in Agroecology, Department of Plant Production and Genetics, Razi University, Kermanshah, Iran .
2. Associate Professor in Crop Ecology, Department of Plant Production and Genetics, Razi University, Kermanshah, Iran (Corresponding author)
3. Crop Physiology. Graduated in Department of Plant Production and Genetics, Razi University, Kermanshah, Iran.

Received: June 2020 Accepted: June 2021- DOI: 10.22092/aj.2021.342798.1471

### **Extended Abstract**

**Karami, P., Mondani, F., Ghobadi, R.,** Evaluation of the Growth Indices, Radiation Absorption and Use Efficiency of Maize (*Zea mays* L.) Cultivars under differential Irrigation Regimes in Kermanshah Region

**Applied Research in Field Crops Vol 34, No. 1, 2021 4-6:** 17-38(in Persian)

### **Introduction**

Providing optimal conditions for the utilization of radiation in order to produce assimilates at the highest efficiency is necessary to achieve high productivity in agriculture (Tohidi *et al.*, 2012). Radiation absorption and use efficiency are affected by genotype and agronomic management (Mondani *et al.*, 2019). Kermanshah province located in a suitable geographical location in terms of abundant exposure to solar radiation during maize developmental stages (Ahmadi *et al.*, 2018a). However, the radiation absorption by crop canopy depends on the spatial arrangement of plant shoots. The canopy structure by affecting vertical distribution of radiation plays an important role in the formation of the crop yields. On the other hand, In-depth knowledge of the role of the agricultural management in optimal utilization of the environmental factors such as radiation to improve the canopy's ability to take advantage of these factors is very important. Therefore, this research was carried out to study the effects of water deficit stress on the radiation absorption and use efficiency of some common maize cultivars and also to investigate the role of growth indices in the yield formation under Kermanshah climatic conditions.

---

**Email address of the corresponding author:** f.mondani@razi.ac.ir.

## Materials and Methods

This experiment was performed in the 2018 growing season at the experimental field of Campus of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran, located in latitude 34°21' North and longitude 47°9' East with 1319 m above sea level. The experiment was conducted as split plot based on randomized complete block design with three replications. The main-factor was three irrigation regimes (IR), which included supplying 130% (1064 mm), 100% (802 mm), 70% (623 mm) of the crop water requirement (IR<sub>130%</sub>, IR<sub>100%</sub> and IR<sub>70%</sub> respectively), and the sub-factor included three maize cultivars (KSC704, Simon and BC678). The maize cultivars were planted on 7<sup>th</sup> May with a density of 7.5 plants per m<sup>2</sup>. Prior to the six-leaf development stage, optimal irrigation was performed for all plots. To calculate water requirement, the Penman-Monteith-FAO equation was used. The amount of water for each treatment was calculated and made available to plants every seven days. In order to calculate the growth indices, radiation absorption and use efficiency, during different development stages, leaf area and total dry weight of maize plants were measured. The statistical analysis was performed using SAS software and the means for grain yield were compared by LSD method at the 5% probability level. The SlideWrite and Excel software were used for fitting the equations and plotting the charts, respectively.

## Results and Discussion

The results showed that the growth indices such as leaf area index and crop growth rate, and also radiation absorption, radiation use efficiency as well as total dry weight were relatively similar for KSC704 and Simon cultivars in response to different irrigation regimes but they were higher for BC678 cultivar. The grain yield of Simon cultivar was significantly higher than other cultivars. Regardless of the maize cultivars, in the IR130%, IR100% and IR70% treatments, average values for the maximum leaf area index were 4.8, 4.2 and 2.9 and for leaf area duration were 269.5, 235.8 and 168.1 day, respectively. The negative effect of water deficit stress on leaf area index and leaf area duration eventually led to decreased radiation absorption. In the IR130%, IR100% and IR70% treatments, the amount of cumulative radiation absorption were 1318, 1241 and 1059 MJ m<sup>-2</sup>, values of radiation use efficiency were 1.14, 1.05 and 1.00 g MJ<sup>-1</sup>, and values of the maximum crop growth rate were 26, 21.9 and 18.7 g m<sup>-2</sup> day<sup>-1</sup>, respectively. The growth season period of maize (from emergence to physiological maturity) in the IR70% treatment was 4 and 6 days shorter than in the IR100% and IR130% treatments, respectively. Finally, the reduction of radiation absorption, and growth season caused by water deficit stress led to lower total dry weight and grain yield.



In the IR130% treatment, the total dry weight and the grain yield were 16960 kg ha<sup>-1</sup> and 7430 kg ha<sup>-1</sup>, respectively. A reduction of 30% and 60% in irrigation water as compared to the IR130% treatment, the total dry weight was decreased by about 18% and 28% and the grain yield was decreased by about 15% and 40%, respectively.

### Conclusions

According to the results, it can be concluded that by choosing suitable irrigation regimes in the maize production systems, a canopy with a suitable structure can be obtained. This canopy structure will provide a suitable situation for improving growth indices, efficient use of environmental resources such as radiation and eventually increasing production. In general, the results showed a positive response of the evaluated characteristics to the over-irrigation treatment, which may be due to the fact that the use of the Penman-Monteith-FAO equation is not a suitable method for determining the water requirement of the plant in the study area. Therefore, it is suggested that in the future works, alternative methods be used along with the Penman-Montith FAO method to determine the water requirement of the plant.

**Keywords:** Crop growth rate, Deficit irrigation, Leaf area duration, Total dry weight.

### References

- Ahmadi, M., Mondani, F. Khorramivafa, M. Mohammadi, G. and Shirkhani, A. 2018-A. The effect of nitrogen on radiation use efficiency and growth indices of maize hybrids (*Zea mays* L.) under Kermanshah condition. *Iranian of Field Crops Research*, 15 (4): 885-900 (in Persian with English abstract).
- Mondani, F., Khani, K. Jalali Honarmand, S. and Saeidi, M. 2019. Evaluating effects of plant growth-promoting rhizobacteria on the radiation use efficiency and yield of soybean (*Glycine max*) under water deficit stress condition. *Agricultural Water Management*, 213: 707-713.
- Tohidi, M., Nadery, A. Siadat, S. and Lak, S. 2012. Variables productivity of radiation interception in grain maize hybrids at various amount of nitrogen. *World Applied Sciences Journal*, 16: 86-93.